

## DEVICE FOR VARIABLY ACTUATING THE GAS EXCHANGE VALVES IN RECIPROCATING ENGINES

**Patent number:** WO03058039

**Publication date:** 2003-07-17

**Inventor:** SCHOEN HELMUT (AT); KUHN PETER (DE)

**Applicant:** SCHOEN HELMUT (AT); KUHN PETER (DE); FRAUNHOFER GES FORSCHUNG (DE)

**Classification:**

- **international:** F01L13/00

- **european:** F01L13/00D2, F01L13/00D10

**Application number:** WO2002DE04681 20021219

**Priority number(s):** DE20011064493 20011229

**Also published as:**

 DE10164493 (A1)

**Cited documents:**

 EP0717174

 DE19960742

 DE2951361

 JP60159319

### Abstract of WO03058039

The aim of the invention is to fulfill, better than the prior art, the demands placed by the engine on a variable valve control with regard to the shaping and accuracy of the valve lifting curves with regard to the simplicity of the structural design of the valve drive and of the associated adjusting mechanism and with regard to mechanical losses due to friction. These demands are fulfilled without any additional structural complexity, particularly pertaining to the overall height. This is achieved by the provision of a rotatable drive consisting of a housing (G), a shaft (W), an intermediate element (Z) and of an output element (A).

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

⑯ BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES

PATENT- UND  
MARKENAMT

# Offenlegungsschrift

## DE 101 64 493 A 1

⑯ Int. Cl. 7:

F01L 1/12

⑯ Aktenzeichen: 101 64 493.0

⑯ Anmeldetag: 29. 12. 2001

⑯ Offenlegungstag: 10. 7. 2003

DE 101 64 493 A 1

⑯ Anmelder:

Schön, Helmut, Dr.-Ing., 76307 Karlsbad, DE

⑯ Erfinder:

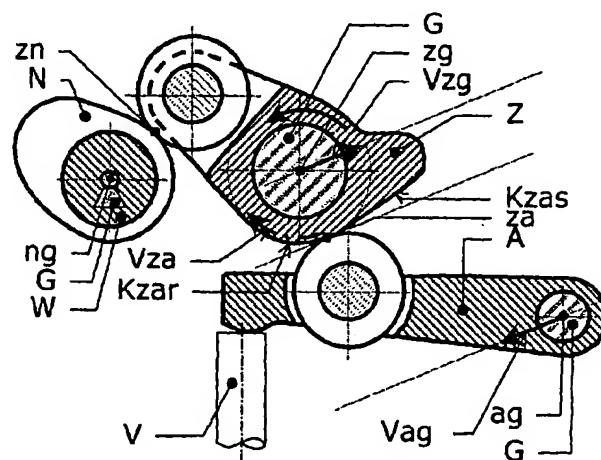
Erfinder wird später genannt werden

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑯ Vorrichtung zur variablen Betätigung der Ladungswechselventile in Hubkolbenmotoren

⑯ Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die vom Motor gestellten Anforderungen an eine variable Ventilsteuerung hinsichtlich der Gestaltung und der Genauigkeit der Ventilhubkurven, hinsichtlich der Einfachheit der konstruktiven Gestaltung des Ventilgetriebes und der dazugehörigen Verstellmechanik und hinsichtlich der mechanischen Verluste durch Reibung besser als nach dem Stand der Technik zu erfüllen. Diese Anforderungen werden ohne zusätzlichen Bauaufwand, insbesondere Bauhöhe, erfüllt.

Die Aufgabe wird mit einem umlauffähigen Getriebe, bestehend aus einem Gehäuse (G), einer Welle (W), einem Zwischenglied (Z) und einem Abtriebsglied (A), gelöst. Der Nocken (N) ist in dem Gehäuse (G), in einem Drehgelenk (ng) umlaufähig geführt und betätigt über ein Kurvengelenk (zn) das Zwischenglied (Z), welches in einem Drehgelenk (zg) in dem Gehäuse (G) eindeutig geführt ist. Weiterhin ist das Zwischenglied (Z) mit dem Abtriebsglied (A) über ein Kurvengelenk (za) wirkverbunden. Dieses Kurvengelenk (za) besteht am Zwischenglied (Z) aus einem eine Rast bildenden Abschnitt (Kzar) und aus einem Steuerabschnitt (Kzas). Der die Rast bildende Abschnitt (Kzar) wird durch einen Kreisbogen gebildet, dessen Kreismittelpunkt mit der Drehmitte des Drehgelenkes (zg) zwischen dem Zwischenglied (Z) und dem Gehäuse (G) zusammenfällt. Das Abtriebsglied (A) ist im Gehäuse (G) in einem Drehgelenk (ag) eindeutig geführt und überträgt die Bewegung auf mindestens ein Ventil (V). Zur Veränderung des ...



DE 101 64 493 A 1

## Beschreibung

[0001] Es ist bekannt, dass der Hubverlauf der Ladungswechselventile in Hubkolbenmotoren einen entscheidenden Einfluss auf das Betriebsverhalten und die Betriebswerte des Motors hat. Insbesondere zur Verminderung der Ladungswechselverluste bei lädungsmassengesteuerten Motoren ist ein im Motorbetrieb kontinuierlich veränderbarer Ventilhubverlauf wünschenswert. Dabei kann sowohl eine Veränderung des Hubverlaufs von Ein- und Auslassventilen, als auch eine Veränderung nur bei den Einlassventilen vorteilhaft sein. Für die technische Umsetzung einer solchen variablen Ventilsteuering sind unter anderen viergliedrige Ventilgetriebe (z. B. DE 26 29 554 A1, DE 38 33 540 C2, DE 43 22 449 A1, DE 42 23 172 C1, BMW-valvetronic) bekannt. Diese Ventilgetriebe ermöglichen eine kontinuierliche Veränderung des Ventilhubverlaufs im Motorbetrieb.

[0002] Der im Patentanspruch 1 angegebenen Erfahrung liegt die Aufgabe zugrunde, die vom Motor gestellten Anforderungen an eine variable Ventilsteuering besser als nach dem Stand der Technik zu erfüllen. Diese Anforderungen beschreiben sich in der Gestaltung der einzelnen Ventilhubverläufe, der erzeugbaren Schar an Ventilhubverläufen, in der Größe der mechanischen Verluste durch Reibung beim Antrieb der Ventile und in der Einfachheit der konstruktiven Gestaltung des Ventilgetriebes und der dazugehörenden Verstellmechanik.

[0003] Die einzelnen Ventilhubverläufe und die erzeugbare Schar an Ventilhubverläufen müssen möglichst frei hinsichtlich Öffnungswinkel, Schließwinkel, Ventilhub, Ventilbeschleunigungsverlauf und Phasenlage zum Kurbelwinkel gestaltbar sein. Insbesondere bei kleinen Ventilhüben ist die Anforderung an eine große Gleichheit der Hubverläufe der Ventile der einzelnen Zylinder sehr hoch.

[0004] Die konstruktive Gestaltung des Ventilgetriebes und der Verstelleinrichtung muss möglichst einfach ausführbar sein. Hierbei ist besonders zu berücksichtigen, dass bei Verstellung des Ventilhubverlaufs kein Spiel zwischen den Getriebegliedern erzeugt wird. Weiterhin muss aus fertigungstechnischen Gründen und wegen der unterschiedlichen thermischen Dehnung der Bauteile die Möglichkeit gegeben sein, das Abtriebsglied mittels eines Spielausgleichselementes im Zylinderkopf zu lagern.

[0005] Die mechanischen Verluste durch Reibung müssen möglichst klein sein. Diese Anforderungen sind möglichst ohne zusätzlichen Bauaufwand, insbesondere Bauhöhe zu erfüllen.

[0006] Die Aufgabe wird durch die im Patentanspruch 1 aufgeführten Merkmale eines Getriebes zur variablen Betätigung der Ladungswechselventile in Hubkolbenmotoren gelöst.

[0007] Das Getriebe besteht aus einem Gehäuse (G), einem Nocken (N), einem Zwischenglied (Z) und einem Abtriebsglied (A). Der Nocken (N) ist in dem Gehäuse (G), zum Beispiel im Zylinderkopf in einem Drehgelenk (ng) umlaufähig geführt und betätigt über ein Kurvengelenk (zn) das Zwischenglied (Z), welches in einem Drehgelenk (zg) in dem Gehäuse (G) eindeutig geführt ist. Weiterhin ist das Zwischenglied (Z) mit dem Abtriebsglied (A) über ein Kurvengelenk (za) verbunden. Dieses Kurvengelenk (za) weist am Zwischenglied (Z) einen eine Rast bildenden Abschnitt (Kzar) und einen Steuerabschnitt (Kzas) auf. Der die Rast bildende Abschnitt (Kzar) wird durch einen Kreisbogen gebildet, dessen Kreismittelpunkt mit der Drehmitte des Drehgelenkes (zg) zwischen dem Zwischenglied (Z) und dem Gehäuse (G) zusammenfällt. Das Abtriebsglied (A) ist im Gehäuse (G) in einem Drehgelenk (ag) eindeutig geführt und überträgt die Bewegung auf mindestens ein

Ventil (V). Zur Veränderung des Ventilhubverlaufs ist erfundungsgemäß vorgesehen, die Lage des Kurvengelenkes (za) durch eine Verschiebung (Vzg) der Lage des Drehgelenks (zg) oder durch eine Verschiebung (Vag) der Lage des Drehgelenks (ag) zu verändern. Die Veränderung der Lage des Kurvengelenkes (za) beschreibt sich im Bereich der Ventilrast durch eine Verschiebung (Vza) des Kurvengelenkes (za) entlang des die Rast bildenden Abschnitts (Kzar) der Kontur des Zwischengliedes (Z). Die Richtung der Verschiebung (Vzg, Vag) des Drehgelenks (zg) oder des Drehgelenks (ag) ist also die der Berühr tangenten (vt) im Kurvengelenk (za) während der Ventilrast. Hierbei ist die sich ändernde tangentiale Richtung (vt) des Rastberührpunktes im Kurvengelenk (za) zu berücksichtigen (vgl. Abb. 1).

[0008] Die mit der Erfahrung erzielten Vorteile ergeben sich daraus, dass alle bewegten Getriebeglieder – Nocken (N), Zwischenglied (Z) und Abtriebsglied (A) – in einem Gehäuse (G) in einem Drehgelenk (ng, zg, ag) eindeutig geführt sind und die Verstellung des Ventilhubverlaufs durch eine Veränderung der Lage des Drehgelenkes (zg) zwischen dem Zwischenglied (Z) und dem Gehäuse (G) oder durch eine Veränderung der Lage des Drehgelenkes (ag) zwischen dem Abtriebsglied (A) und dem Gehäuse (G) erfolgt. In jedem Fall wird also die Lage eines Drehgelenks (zg, ag) im Gehäuse (G) bei einem Getriebeglied (Z, A) verändert, welches eine hin- und hergehende Bewegung ausführt. Dies ist konstruktiv besonders einfach zu verwirklichen. Eine Veränderung der Lage des Drehgelenkes (ng) des Nockens (N) im Gehäuse (G) ist bedeutend aufwendiger, da dieser als antriebendes Getriebeglied direkt oder indirekt mit der Kurbelwelle verbunden ist und durch eine solche Lageveränderung weitere Bauteile betroffen sind und beeinflusst werden. Durch die erfundungsgemäße Veränderung der Lage des Drehgelenkes (zg) des Zwischengliedes (Z) oder der Lage des Drehgelenkes (ag) des Abtriebsgliedes (A) sind keine weiteren Bauteile betroffen.

[0009] Durch die Gestaltung des Abtriebsgliedes (A) wie bei den bekannten dreigliedrigen Nocke-Hebel-Getrieben (Schlepphebel- und Kipphebelgetriebe) können die ebenso bekannten und bestens erprobten Ausgleichselemente, welche Spiele zwischen den Getriebegliedern infolge fertigungsbedingter Toleranzen oder/und unterschiedlicher thermischer Verformung der Getriebeglieder ausgleichen, verwendet werden. Die erfundungsgemäße Ausführung des Getriebes ermöglicht eine direkte Kraftleitung vom Nocken (N) zum Ventil (V). Die Getriebeglieder (Z, A), die durch ihre hin- und hergehende Bewegung Massenkräfte und Massenmomente verursachen, können erfundungsgemäß klein, leicht und formstief gestaltet werden. Die Lagerung dieser Getriebeglieder (Z, A) in Drehgelenken (zg, ag) im Gehäuse (G) kann spielarm, bzw. spelfrei und steif ausgeführt werden. Hierdurch ist eine hohe Gleichheit des Hubverlaufes der einzelnen Ventile aller Zylinder auch bei kleinen Ventilhüben und ein Betrieb bei hohen Motordrehzahlen gewährleistet.

[0010] Die erfundungsgemäße Ausführung des Getriebes ermöglicht in allen Gleitkontakten die Verwendung von umlaufähigen Wälzlagern oder Gleitlagern. Auf diese Weise wird die Reibleistung zum Antrieb der Ventile minimiert.

[0011] Alle oben genannten erfundungsgemäßen Vorteile wirken synergetisch zur Erreichung der oben genannten erfundungsgemäßen Aufgabe. Die erfundungsgemäße Gestaltung des Getriebes besitzt zudem den Vorteil, keinen gegenüber dem Stand der Technik erhöhten Platzbedarf zu verursachen.

[0012] Patentanspruch 2 beschreibt die vorteilhafte Gestaltung des Kurvengelenkes (za) zwischen dem Zwischenglied (Z) und dem Abtriebsglied (A), bei welcher die kur-

venbestimmende Kontur (Kzr1, Kzs1) ausschließlich am Zwischenglied (Z) angebracht ist. Am Abtriebsglied (A) wird das Kurvengelenk (za) durch einen umlaufähigen Rotationskörper (RA) gebildet (vgl. Abb. 2 und 3). Hierdurch wird in diesem Kurvengelenk ein Abwälzen der Kontaktpartner erreicht und die Tangentialbewegung auf die Lagerung der umlaufähigen Rolle (RA) verschoben. Durch die bei Gleitlagern bekannten Werkstoffe und Schmierverhältnisse und durch Verwendung eines kleinen Reibradius wird so die Reibung in diesem Kurvengelenk vermindert. Die erfindungsgemäße Gestaltung bietet ebenso die Möglichkeit der Verwendung eines Wälzlagers in diesem Kontaktspunkt. Auf diese Weise wird die Tangentialbewegung vollständig durch abwälzende Bewegungen ausgeführt. Ein Gleiten tritt dann in diesem Kurvengelenk (za) nicht mehr auf und die Reibung wird weiter vermindert.

[0013] Die bei dieser Ausführungsform vorteilhafte Gestaltung des Getriebes zur Veränderung der Ventilhubkurve ist in den Patentansprüchen 3 und 4 beschrieben.

[0014] In Patentanspruch 3 ist eine Lagerung des Drehgelenk (zg) zwischen dem Zwischenglied (Z) und dem Gehäuse (G) beschrieben, bei welcher zur Veränderung der Ventilhubkurve das Drehgelenk (zg) in einem Excenter im Gehäuse (G) veränderbar positioniert wird. Der Excentermittelpunkt fällt während der Ventilrast mit dem Mittelpunkt des am Abtriebsglied (A) angebrachten umlaufähigen Rotationskörpers (RA) zusammen. Eine Verdrehung des Excenters bewirkt somit eine Verschiebung (Vzg1) der Lage des Drehgelenkes (zg) entlang des Kreisbogens KbVZ (vgl. Abb. 2 und 3).

[0015] Patentanspruch 4 beschreibt eine Lagerung des Drehgelenk (ag) zwischen dem Abtriebsglied (A) und dem Gehäuse (G), bei welcher zur Veränderung der Ventilhubkurve die Lage des Drehgelenkes (ag) in einem Excenter im Gehäuse (G) veränderbar positioniert werden kann. Der Excentermittelpunkt fällt mit dem Mittelpunkt des Drehgelenkes (zg) zwischen Zwischenglied (Z) und Gehäuse (G) zusammen. Eine Verdrehung des Excenters bewirkt eine Verschiebung (Vag1) der Lage des Drehgelenkes (ag) entlang des Kreisbogens KbVA1 (vgl. Abb. 2 und 3).

[0016] Bei einer Gestaltung des Getriebes, wie in Patentanspruch 3 und 4 beschrieben wird eine Veränderung der Ventilhubkurve erreicht, ohne dass zwischen den Getriebegliedern ein Spiel erzeugt wird. Dies ist u. a. für die Erreichung einer hohen Motordrehzahl und einen geräuscharmen Betrieb erforderlich.

[0017] In Patentanspruch 5 ist die vorteilhafte Gestaltung des Zwischengliedes (Z) als Kipphebel beschrieben, bei welchem die Krafrichtung im Kurvengelenk (za) zwischen dem Zwischenglied (Z) und dem Abtriebsglied (A) im Wesentlichen entgegen der Krafrichtung im Kurvengelenk (zn) zwischen dem Zwischenglied (Z) und dem Nocken (N) zeigt (vgl. Abb. 2). Diese Ausführungsform bietet den Vorteil die Bauhöhe des Getriebes und damit des Zylinderkopfes klein zu gestalten.

[0018] In Patentanspruch 6 ist die vorteilhafte Gestaltung des Zwischengliedes (Z) als Schlepphebel beschrieben, bei welchem die Krafrichtung im Kurvengelenk (za) zwischen dem Zwischenglied (Z) und dem Abtriebsglied (A) im Wesentlichen gleich der Krafrichtung im Kurvengelenk (zn) zwischen dem Zwischenglied (Z) und dem Nocken (N) ist (vgl. Abb. 3). Diese Ausführungsform bietet den Vorteil die Kraftleitung vom Nocken (N) zum Ventil (V) direkt zu gestalten. Hierdurch werden die im Getriebe wirkenden Kräfte verkleinert. Dadurch wird eine höhere Steifigkeit des Getriebes erreicht und gleichzeitig die Reibung vermindert.

[0019] In Patentanspruch 7 ist eine weitere vorteilhafte Gestaltung des Getriebes zur variablen Betätigung der La-

dungswechselventile in Hubkolbenmotoren beschrieben, welches aus einem Gehäuse (G), einem Nocken (N), einem Zwischenglied (Z) und einem Abtriebsglied (A) besteht. Der Nocken (N) ist in dem Gehäuse (G), zum Beispiel im

5 Zylinderkopf in einem Drehgelenk (ng) umlaufähig geführt und betätigt über ein Kurvengelenk (zn) das Zwischenglied (Z), welches in einem Drehgelenk (zg) in dem Gehäuse (G) eindeutig geführt ist. Weiterhin ist das Zwischenglied (Z) mit dem Abtriebsglied (A) über ein Kurvengelenk (za) wirksam verbunden. Dieses Kurvengelenk (za) weist am Abtriebsglied (A) einen eine Rast bildenden Abschnitt (Kzr1) und einen Steuerabschnitt (Kzs1) auf. Der die Rast bildende Abschnitt (Kzr1) wird durch einen Kreisbogen gebildet, dessen Kreismittelpunkt mit der Drehmitte des Drehgelenks (zg) zwischen dem Zwischenglied (Z) und dem Gehäuse (G) zusammenfällt. Das Abtriebsglied (A) ist im Gehäuse (G) in einem Drehgelenk (ag) eindeutig geführt und überträgt die Bewegung auf mindestens ein Ventil (V). Zur Veränderung des Ventilhubverlaufes ist erfindungsgemäß vorgesehen, die Lage des Kurvengelenkes (za) durch eine Verschiebung (Vag2) der Lage des Drehgelenks (ag) zu verändern. Die Veränderung der Lage des Kurvengelenkes (za) beschreibt sich im Bereich der Ventilrast durch eine Verschiebung (Vaz) des Kurvengelenkes (za) entlang des die

20 Rast bildenden Abschnitts (Kzr1) der Kontur des Abtriebsgliedes (A). Die Richtung der Verschiebung (Vag2) des Drehgelenks (ag) ist also die der Berühr tangenten (vt) im Kurvengelenk (za) während der Ventilrast. Die Verschiebung (Vag2) des Drehgelenkes (ag) erfolgt also entlang eines Kreisbogens um das Drehgelenk (zg) (vgl. Abb. 4).

[0020] Auf diese Weise wird eine Veränderung der Ventilhubkurve erreicht, ohne dass zwischen den Getriebegliedern ein Spiel erzeugt wird. Dies ist u. a. für die Erreichung einer hohen Motordrehzahl und einen geräuscharmen Betrieb erforderlich.

[0021] Patentanspruch 8 beschreibt die vorteilhafte Gestaltung des Kurvengelenkes (za) zwischen dem Zwischenglied (Z) und dem Abtriebsglied (A), bei welcher die die kurvenbestimmende Kontur (Kzr1, Kzs1) ausschließlich am Abtriebsglied (A) angebracht ist. Am Zwischenglied (Z) wird das Kurvengelenk (za) durch einen umlaufähigen Rotationskörper (RZ) gebildet (vgl. Abb. 4). Hierdurch wird in diesem Kurvengelenk ein Abwälzen der Kontaktpartner erreicht und die Tangentialbewegung auf die Lagerung der umlaufähigen Rolle (RZ) verschoben. Durch die bei Gleitlagern bekannten Werkstoffe und Schmierverhältnisse und durch Verwendung eines kleinen Reibradius wird so die Reibung in diesem Kurvengelenk vermindert. Die erfindungsgemäße Gestaltung bietet ebenso die Möglichkeit der

40 Verwendung eines Wälzlagers in diesem Kontaktspunkt. Auf

45 diese Weise wird die Tangentialbewegung vollständig durch abwälzende Bewegungen ausgeführt. Ein Gleiten tritt dann in diesem Kurvengelenk (za) nicht mehr auf und die Reibung wird weiter vermindert.

[0022] Bei einer Veränderung der Lage des Drehgelenkes (ag) zwischen dem Abtriebsglied (A) und dem Gehäuse (G), wie in Patentanspruch 6 und 8 vorgeschlagen wird im Kurvengelenk (av) zwischen dem Abtriebsglied (A) und dem Ventil (V) eine Bewegung vom Abtriebsglied (A) auf das Ventil (V) übertragen. Da dies zum Ventilöffnen führen würde oder unzulässiges Ventilspiel erzeugen würde, muss eine solche Bewegungsübertragung bei der Größe des Ventilspiels und bei der Gestaltung des Geschwindigkeitsverlaufes im Bereich des Ventilspiels berücksichtigt werden,

60 um die Ventilstartgeschwindigkeit und die Ventilschließgeschwindigkeit in zulässigen Grenzen zu halten oder diese Bewegungsübertragung muss von einem Ventilspielausgleichselement ausgeglichen werden. In jedem der beiden

Fälle ist es günstig, wenn diese Bewegungsübertragung möglichst klein ist. In Patentanspruch 9 ist die vorteilhafte Gestaltung des Abtriebsgliedes (A) und dessen Lage zum Ventil (V) und der Drehmitte (zg) derart beschrieben, dass das Kurvengelenk (av) zwischen dem Abtriebsglied (A) und dem Ventil (V) abtriebsseitig im Wesentlichen als Kreisbogen (KbV) ausgeführt ist, dessen Kreismittelpunkt auf einer Geraden (gV) liegt, auf welcher ebenso die Drehmitte des Drehgelenkes (zg) zwischen Zwischenglied (Z) und Gehäuse (G) liegt und welche im Wesentlichen parallel zur Ventilbewegung verläuft (vgl. Abb. 4).

[0023] In Patentanspruch 10 ist die vorteilhafte Anordnung der Getriebeglieder beschrieben, bei welcher die Einlassventile (VE1) und die Auslassventile (VA1) eines Zylinders mit nur einer Nockenwelle (WEA1) angetrieben werden. Das Einlassventil (VE1) eines Zylinders wird über einen Nocken (NE1), ein Zwischenglied (ZE1) und ein Abtriebsglied (AE1) betätigt, das Auslassventil (VA1) dieses Zylinders wird über einen Nocken (NA1), ein Zwischenglied (ZA1) und ein Abtriebsglied (AA1) betätigt. Beide Nocken (NE1, NA1) sind auf einer Nockenwelle (WEA1) befestigt (vgl. Abb. 5). Patentanspruch 11 beschreibt eine weitere vorteilhafte Gestaltung des oben beschriebenen Getriebes. Durch eine gezielte Anordnung der Zwischenglieder (ZE2, ZA2) mit ihrem Kurvengelenk (zne, zna) zum Nocken wird erreicht, dass der Antrieb aller Ventile (VE2, VA2) eines Zylinders von einem Nocken (NEA) erfolgt, welcher auf einer Nockenwelle (WEA2) befestigt ist. Der Phasenwinkel zwischen der Hubkurve des Auslassventils (VA2) und der Hubkurve des Einlassventils (VE2) ist dann gleich dem Winkel zwischen den Normalen in den Kurvengelenken (zne, zna) zwischen dem Nocken (NEA) und den beiden Zwischengliedern (ZE2, ZA2) während der Ventilrast (vgl. Abb. 6). Durch eine Gestaltung des Getriebes, wie in Patentanspruch 10 und 11 beschrieben wird die Zahl der Getriebeglieder pro Motor vermindert und auf diese Weise werden die Gesamtkosten gesenkt.

[0024] Weitere Vorteile werden hinsichtlich des erforderlichen Bauraumbedarfs erzielt.

[0025] In Patentanspruch 12 ist eine vorteilhafte Ausführungsform des Getriebes beschrieben, bei welcher das Kurvengelenk (za) zwischen dem Zwischenglied (Z) und dem Abtriebsglied (A) in der gleichen Ebene liegt, in der die Nockenwelle (W) senkrecht steht und in der das Kurvengelenk (zn) zwischen dem Zwischenglied (Z) und dem Nocken (N) liegt (vgl. Abb. 1-3). Bei derartiger Gestaltung des Getriebes wird eine größtmögliche Steifigkeit des Getriebes durch direkte Kraftleitung erreicht.

[0026] In Patentanspruch 13 ist eine vorteilhafte Ausführungsform des Getriebes beschrieben, bei welcher das Kurvengelenk (za) zwischen dem Zwischenglied (Z1) und dem Abtriebsglied (A1) nicht in der gleichen Ebene liegt, in der die Nockenwelle (W1) senkrecht steht und in der das Kurvengelenk (zn) zwischen dem Zwischenglied (Z1) und dem Nocken (N1) liegt (vgl. Abb. 7). Eine derartige Gestaltung des Getriebes ermöglicht eine optimale Ausnutzung des vorhandenen Bausraumes.

[0027] Patentanspruch 14 beschreibt eine vorteilhafte Ausführungsform des Getriebes, bei welcher von einem Nocken (N2) über genau ein Zwischenglied (Z2) über ein oder mehrere Abtriebsglieder (Ai) zwei oder mehrere Ventile (Vi) eines Zylinders betätigt werden (vgl. Abb. 8). Auf diese Weise wird die Zahl der Getriebeglieder pro Motor vermindert und die Gesamtkosten werden gesenkt. Weiterhin wird der Konstruktionsaufwand für die Verstelleinrichtung gesenkt und der erforderliche Bauraum verkleinert.

[0028] Bei der erfundungsgemäßen Gestaltung des Getriebes ist die Lage des Zwischengliedes (Z) während der Ven-

tilrast, also wenn das Ventil geschlossen ist und keine Bewegung ausführt, kinematisch nicht eindeutig bestimmt. Durch die Verwendung einer Feder, welche am Zwischenglied (Z) angreift und sich beispielsweise am Gehäuse (G) abstützt, kann ein Moment (MF) erzeugt werden, welches den Kontakt des Zwischengliedes (Z) am Nocken (N) im Kurvengelenk (zn) sicherstellt (vgl. Abb. 1-3, ff). Patentanspruch 15 beschreibt die vorteilhafte Ausführungsform des Getriebes, bei welcher das Zwischenglied (Z) mittels einer Feder zum Nocken (N) der Nockenwelle (W) gedrückt wird. Wird am Zwischenglied (Z) eine Feder derart angebracht, so kann die Auslegung der Feder so erfolgen, dass diese im Wesentlichen die bewegte Drehmasse des Zwischengliedes (Z) kontrolliert und die Ventilfeder dann nur noch die bewegten Massen von Ventil (V) und Abtriebsglied (A) kontrollieren muss, da beide Federn hinsichtlich ihrer Wirkung gleichgerichtet sind. Auf diese Weise wird erreicht, dass die Kräfte in den Gelenken des Getriebes klein bleiben und die Belastung in den Gelenken kleinstmöglich wird. Weiterhin wird auf diese Weise vorteilhaft die Reibung gesenkt.

[0029] In Patentanspruch 16 ist eine Ausführungsform des erfundungsgemäßen Getriebes beschrieben, bei welchem zur Bewegungsübertragung vom Nocken (N3) der Nockenwelle (W3) auf das Zwischenglied (Z3) mindestens ein weiteres Getriebeglied (GG) zwischengeschaltet ist (vgl. Abb. 9). Bei dieser Ausführungsform kann das Getriebe auch bei unten liegenden und bei hochgelegten Nockenwellen eingesetzt werden. Solche Anordnungen der Nockenwellen bieten den Vorteil eines besonders einfachen Motoraufbaus mit 30 kleinem Bauraumbedarf.

#### Patentansprüche

1. Vorrichtung zur variablen Betätigung der Ladungswechselventile in Hubkolbenmotoren bestehend aus einem Gehäuse (G), einem in dem Gehäuse (G) in einem Drehgelenk (ng) gelagerten Nocken (N), dessen umlaufende Bewegung von der Kurbelwelle abgeleitet ist, einem Abtriebsglied (A), welches in dem Gehäuse (G) in einem Drehgelenk (ag) eindeutig geführt ist und die Bewegung auf das Ladungswechselventil (V) überträgt und einem Zwischenglied (Z), welches in dem Gehäuse (G) in einem Drehgelenk (zg) eindeutig geführt ist und mit dem Nocken (N) und mit dem Abtriebsglied (A) jeweils über ein Kurvengelenk (zn, za) verbunden ist, wobei das Kurvengelenk (za) zwischen dem Zwischenglied (Z) und dem Abtriebsglied (A) am Zwischenglied (Z) einen eine Rast bildenden Abschnitt (Kzar) und einen Steuerabschnitt (Kzas) aufweist, dessen die Rast bildender Abschnitt (Kzar) durch einen Kreisbogen gebildet wird, dessen Kreismittelpunkt mit der Drehmitte des Drehgelenkes (zg) zwischen dem Zwischenglied (Z) und dem Gehäuse (G) zusammenfällt, dadurch gekennzeichnet, dass die Lage des Kurvengelenkes (za) durch eine relative Verschiebung (Vzg, Vag) der Lage des Drehgelenks (zg) zum Drehgelenk (ag) veränderbar ist, wobei diese Lageveränderung des Kurvengelenkes (za) im Bereich der Ventilrast durch eine Verschiebung (Vza) entlang des die Rast bildenden Abschnitts (Kzar) der Kontur des Zwischengliedes (Z) beschrieben wird.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Kurvengelenk (za) zwischen dem Zwischenglied (Z) und dem Abtriebsglied (A) durch einen am Abtriebsglied (A) angebrachten umlaufähigen Rotationskörper (RA) und durch eine Kurve (Kzarl, Kzas1) am Zwischenglied (Z) gebildet wird.

3. Vorrichtung nach den Ansprüchen 1 und 2, dadurch

gekennzeichnet, dass zur Veränderung der Ventilhubkurve die Lage des Drehgelenkes (zg) zwischen Zwi-  
schenglied (Z) und Gehäuse (G) entlang eines Kreisbogens (KbVZ) veränderbar ist, dessen Kreismittelpunkt mit der Drehmitte des am Abtriebsglied (A) angebrach-  
ten umlauffähigen Rotationskörpers (RA) während der  
Ventilrast zusammenfällt.

4. Vorrichtung nach den Ansprüchen 1 und 2, dadurch  
gekennzeichnet, dass zur Veränderung der Ventilhub-  
kurve die Lage des Drehgelenkes (ag) zwischen dem 10  
Abtriebsglied (A) und dem Gehäuse (G) entlang eines  
Kreisbogens (KbVA1) veränderbar ist, dessen Kreis-  
mittelpunkt mit der Drehmitte des Drehgelenkes (zg)  
zwischen dem Zwischenglied (Z) und dem Gehäuse  
(G) zusammenfällt.

5. Vorrichtung nach den Ansprüchen 1–4, dadurch ge-  
kennzeichnet, dass das Zwischenglied (Z) im Wesentli-  
chen als Kipphebel ausgebildet ist.

6. Vorrichtung nach den Ansprüchen 1–4, dadurch ge-  
kennzeichnet, dass das Zwischenglied (Z) im Wesentli-  
chen als Schlepphebel ausgebildet ist.

7. Vorrichtung zur variablen Betätigung der Ladungs-  
wechselventile in Hubkolbenmotoren bestehend aus ei-  
nem Gehäuse (G), einem in dem Gehäuse (G) in einem  
Drehgelenk (ng) gelagerten Nocken (N), dessen um-  
laufende Bewegung von der Kurbelwelle abgeleitet ist,  
einem Abtriebsglied (A), welches in dem Gehäuse (G)  
in einem Drehgelenk (ag) eindeutig geführt ist und die  
Bewegung auf das Ladungswechselventil (V) überträgt  
und einem Zwischenglied (Z), welches in dem Ge-  
häuse (G) in einem Drehgelenk (zg) eindeutig geführt  
ist und mit dem Nocken (N) und mit dem Abtriebsglied  
(A) jeweils über ein Kurvengelenk (zn, za) verbunden  
ist, wobei das Kurvengelenk (za) zwischen dem Zwi-  
schenglied (Z) und dem Abtriebsglied (A) einen eine 35  
Rast bildenden Abschnitt und einen Steuerabschnitt  
aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass der die Rast  
bildende Abschnitt des Kurvengelenkes (za) von einer  
Kurve (Kazr1) am Abtriebsglied (A) gebildet wird,  
welche ein Kreisbogen ist, dessen Kreismittelpunkt mit 40  
der Drehmitte des Drehgelenkes (zg) zusammenfällt  
und dass die Lage des Kurvengelenkes (za) durch eine  
Verschiebung (Vaz2) der Lage des Drehgelenks (ag)  
veränderbar ist, wobei diese Lageveränderung der  
Lage des Kurvengelenkes (za) im Bereich der Ventil- 45  
rast durch eine Verschiebung (Vaz) entlang des die Rast  
bildenden Abschnitts (Kazr1) der Kontur des Abtriebs-  
gliedes (A) beschrieben wird.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekenn-  
zeichnet, dass das Kurvengelenk (za) zwischen dem 50  
Zwischenglied (Z) und dem Abtriebsglied (A) am Zwi-  
schenglied (Z) durch einen umlauffähigen Rotations-  
körper (RZ) gebildet wird.

9. Vorrichtung nach den Ansprüchen 6–8, dadurch ge-  
kennzeichnet, dass das Kurvengelenk (av) zwischen 55  
dem Abtriebsglied (A) und dem Ventil (V) abtriebs-  
gliedseitig im Wesentlichen durch einen Kreisbogen  
(KbV) gebildet wird, dessen Kreismittelpunkt auf einer  
Geraden (gV) liegt, auf welcher die Drehmitte des  
Drehgelenkes (zg) zwischen dem Zwischenglied (Z) 60  
und dem Gehäuse (G) liegt und welche im Wesentli-  
chen parallel zur Ventilbewegung verläuft.

10. Vorrichtung nach den Ansprüchen 1–9, dadurch  
gekennzeichnet, dass das Einlassventil (VE) eines Zy-  
linders über einen Nocken (NE), ein Zwischenglied 65  
(ZE) und ein Abtriebsglied (AE) und das Auslassventil  
(VA) dieses Zylinders über einen Nocken (NA), ein  
Zwischenglied (ZA) und ein Abtriebsglied (AA) betä-

tigt wird und dass Nocken (NE, NA) auf einer Nocken-  
welle (WEA1) befestigt sind.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekenn-  
zeichnet, dass die Zwischenglieder (ZE, ZA) zur Betä-  
tigung der Ein- und Auslassventile (VE, VA) eines Zy-  
linders von genau einem Nocken (NEA) einer Nocken-  
welle (WEA2) betätigt werden.

12. Vorrichtung nach den Ansprüchen 1–11, dadurch  
gekennzeichnet, dass das Kurvengelenk (za) zwischen  
dem Zwischenglied (Z) und dem Abtriebsglied (A) in  
der gleichen Ebene liegt, in der die Nockenwelle (W)  
senkrecht steht und in der das Kurvengelenk (zn) zwi-  
schen dem Zwischenglied (Z) und dem Nocken (N)  
liegt.

13. Vorrichtung nach den Ansprüchen 1–11, dadurch  
gekennzeichnet, dass das Kurvengelenk (za) zwischen  
dem Zwischenglied (Z1) und dem Abtriebsglied (A1)  
nicht in der Ebene liegt, in der die Nockenwelle (W1)  
senkrecht steht und in der das Kurvengelenk (zn) zwi-  
schen dem Zwischenglied (Z1) und dem Nocken (N1)  
liegt.

14. Vorrichtung nach den Ansprüchen 1–13, dadurch  
gekennzeichnet, dass ein Nocken (N2) genau ein Zwi-  
schenglied (Z2) betätigt, welches über ein oder mehrere  
Abtriebsglieder (Ai) zwei oder mehrere Ventile  
(Vi) eines Zylinders betätigt werden.

15. Vorrichtung nach den Ansprüchen 1–14, dadurch  
gekennzeichnet, dass das Zwischenglied (Z) mittels ei-  
ner Feder zum Nocken (N) der Nockenwelle (W) ge-  
drückt wird.

16. Vorrichtung nach den Ansprüchen 1–15, dadurch  
gekennzeichnet, dass zur Bewegungsübertragung vom  
Nocken (N3) der Nockenwelle (W3) auf das Zwi-  
schenglied (Z3) mindestens ein weiteres Getriebeglied (GG)  
zwischengeschaltet ist.

Hierzu 9 Seite(n) Zeichnungen

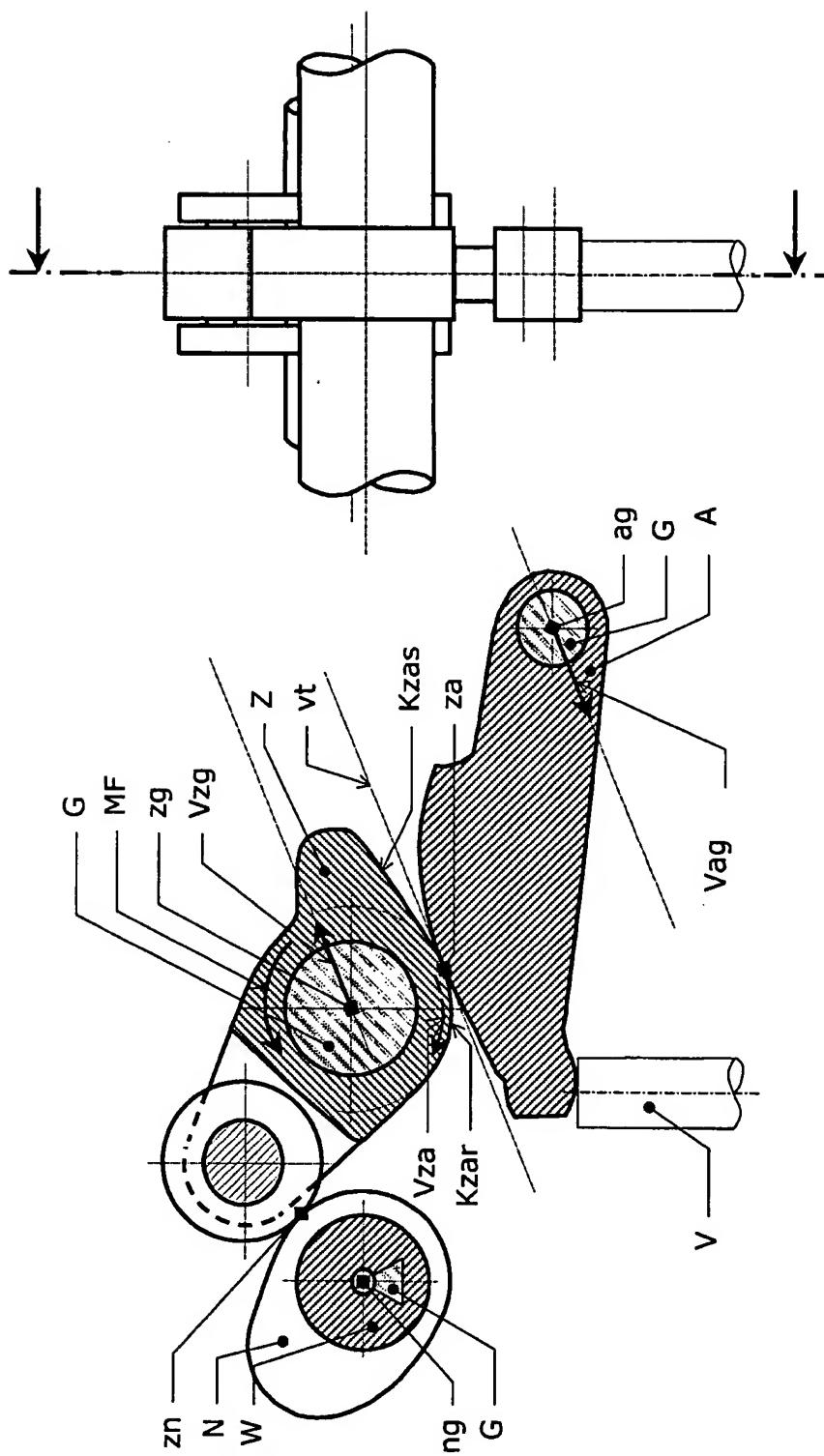
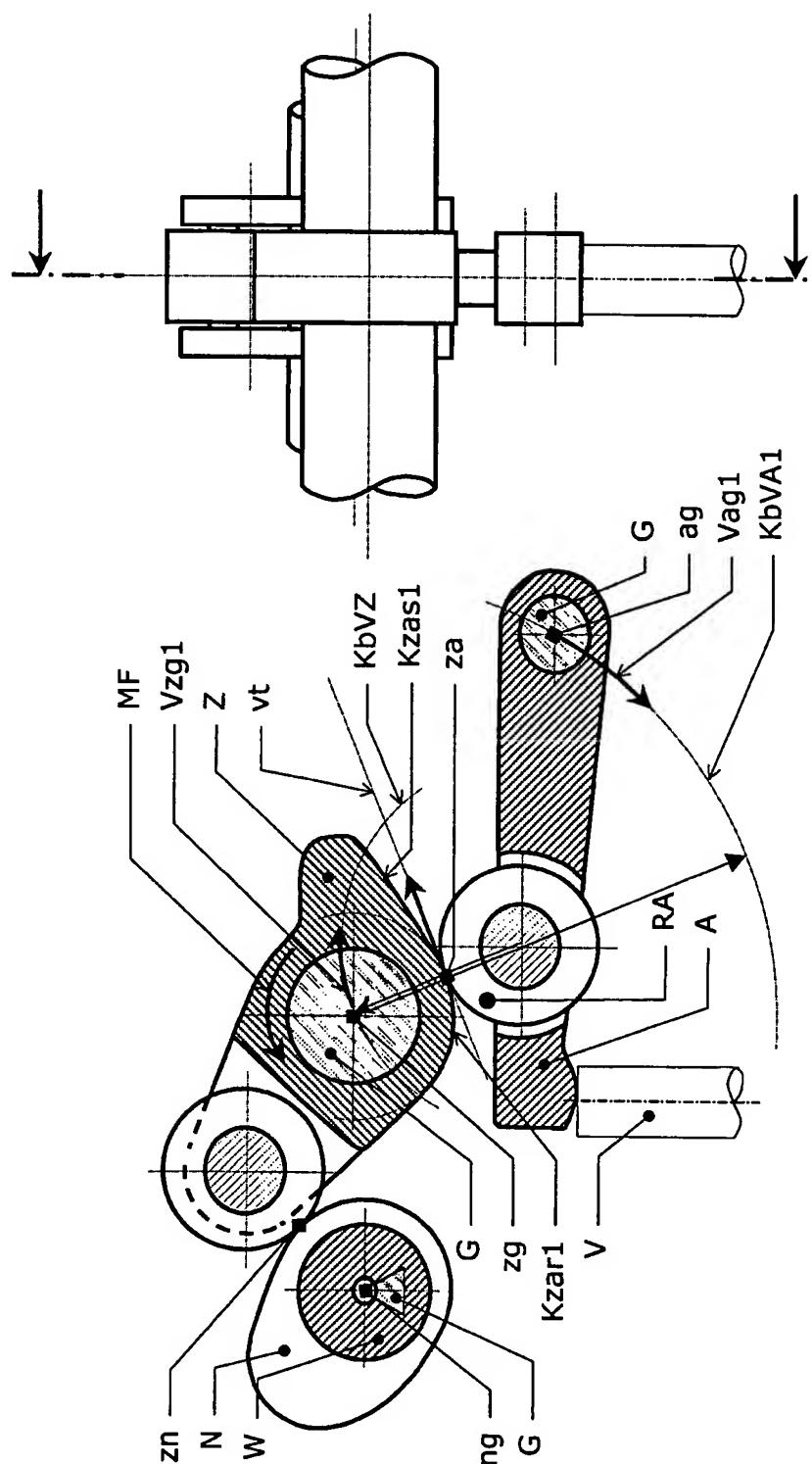


Abbildung 1



## Abbildung 2

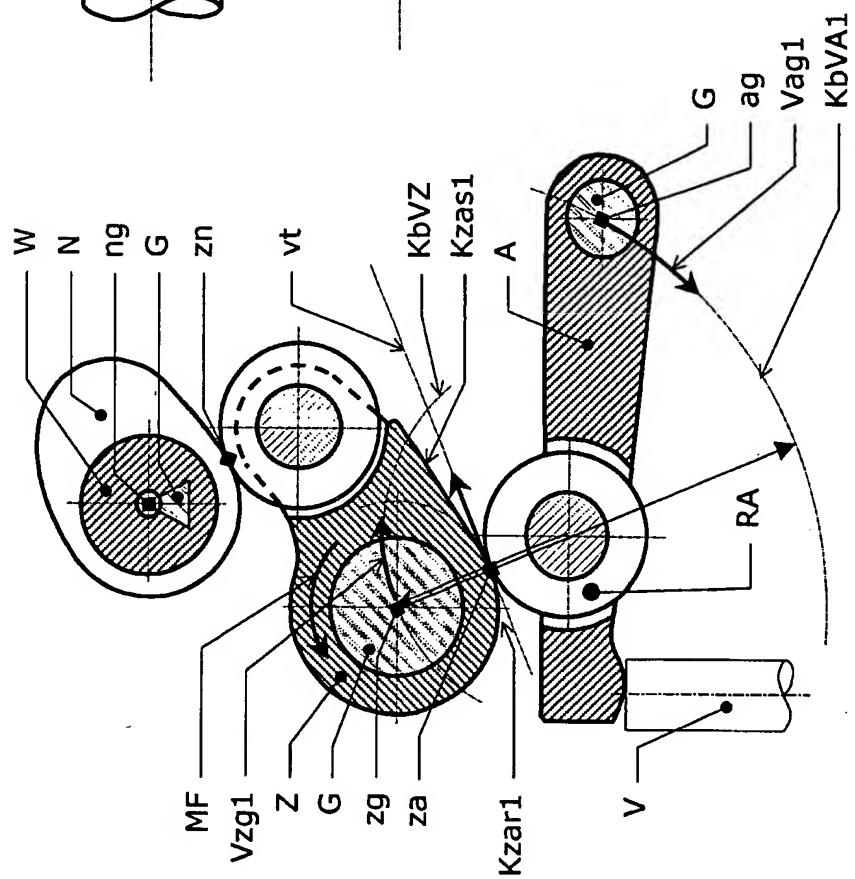
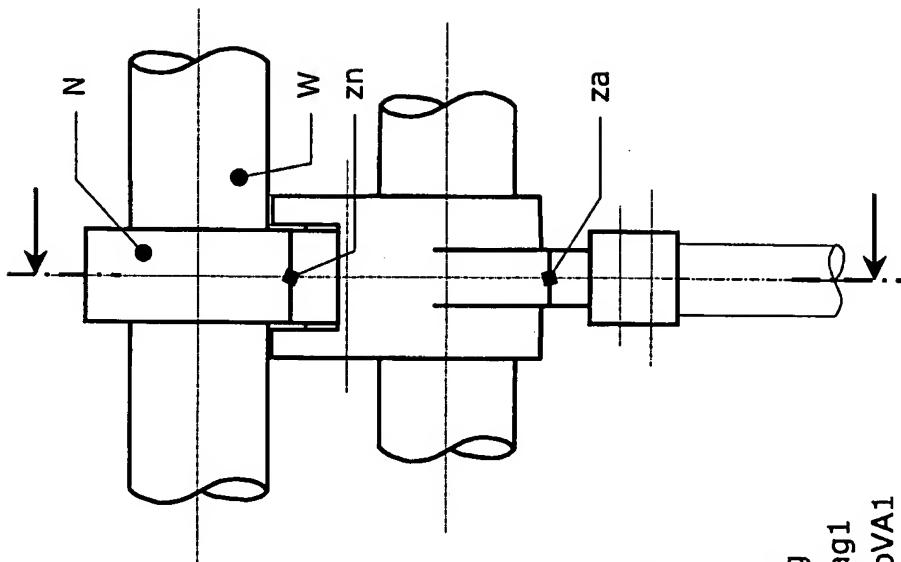


Abbildung 3

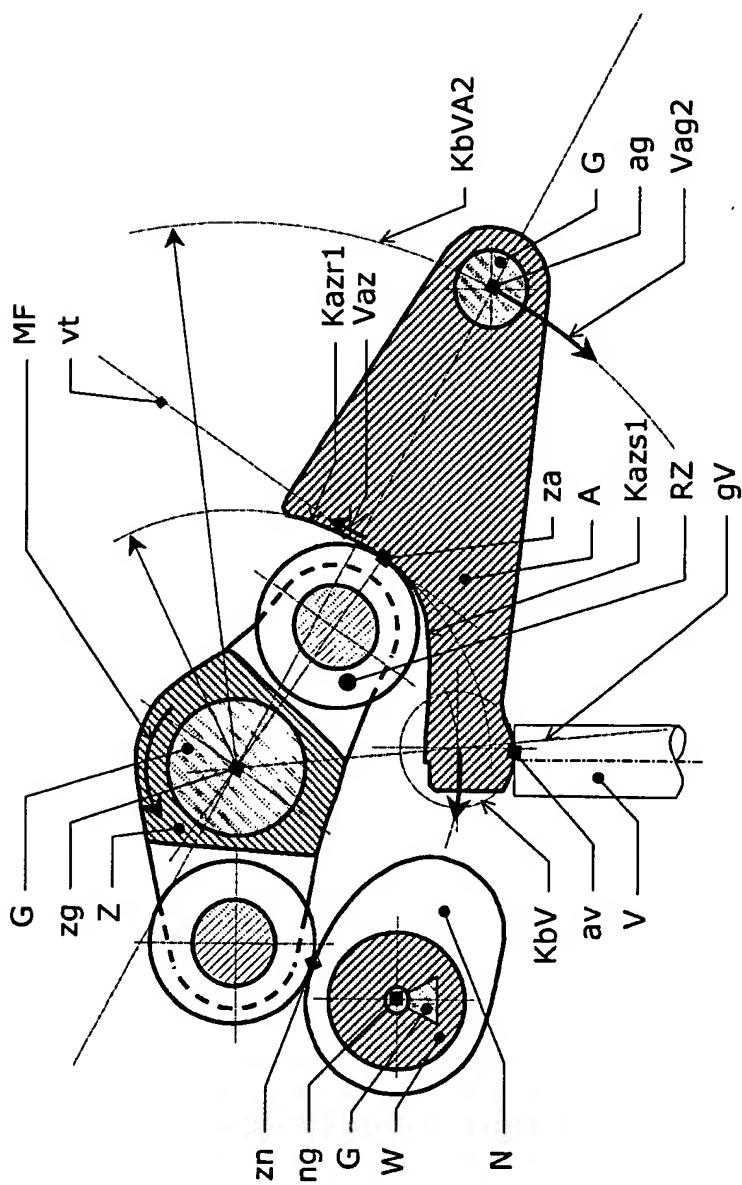


Abbildung 4

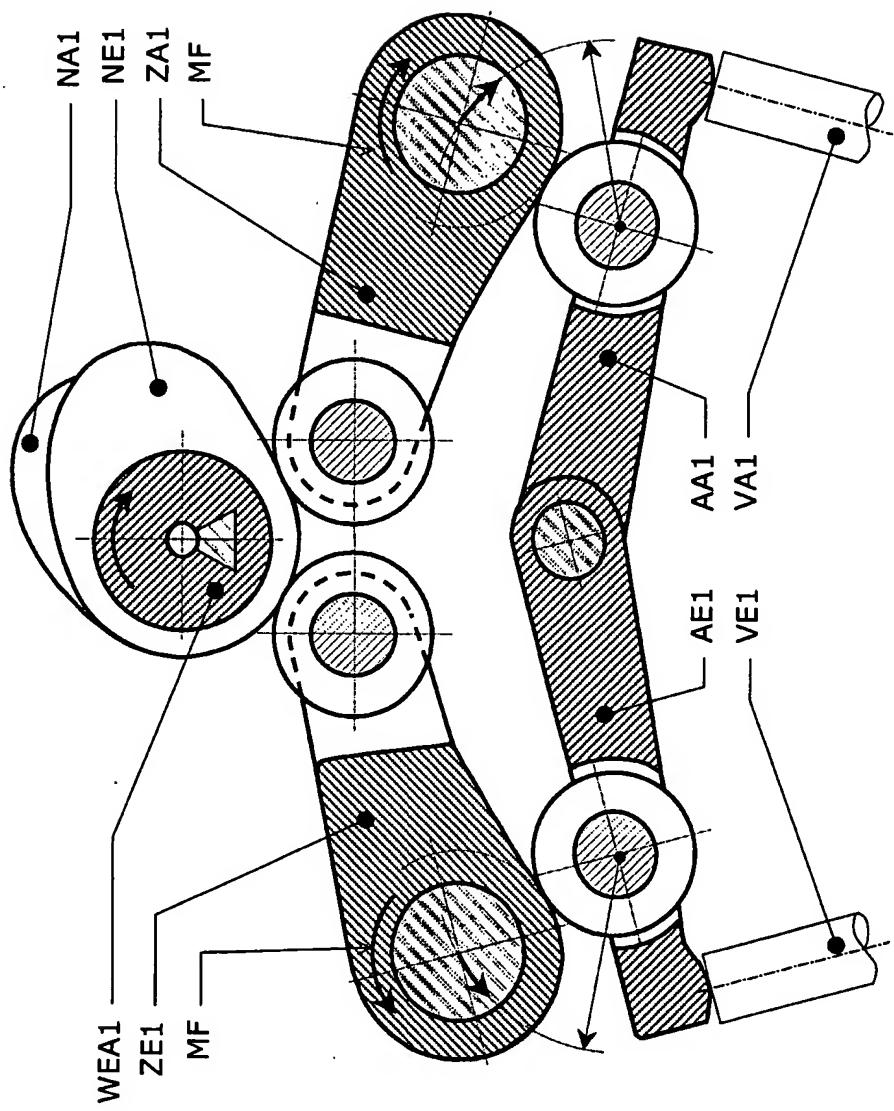


Abbildung 5

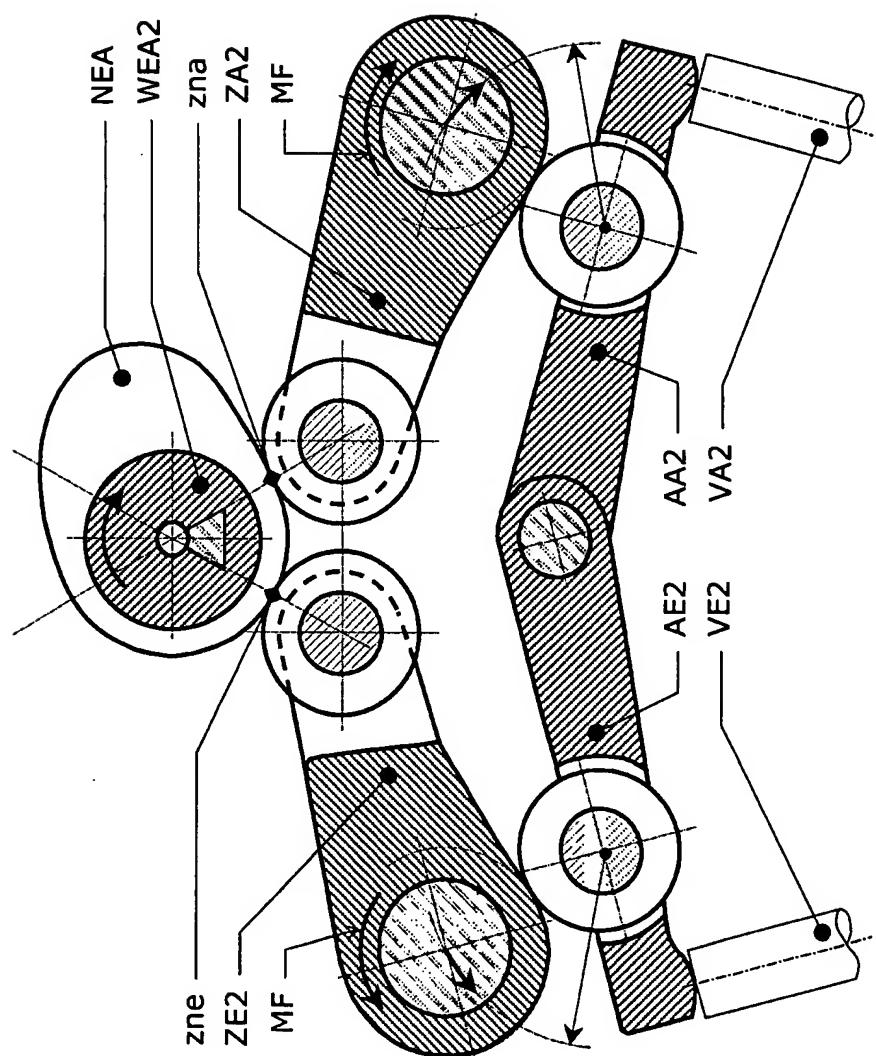


Abbildung 6

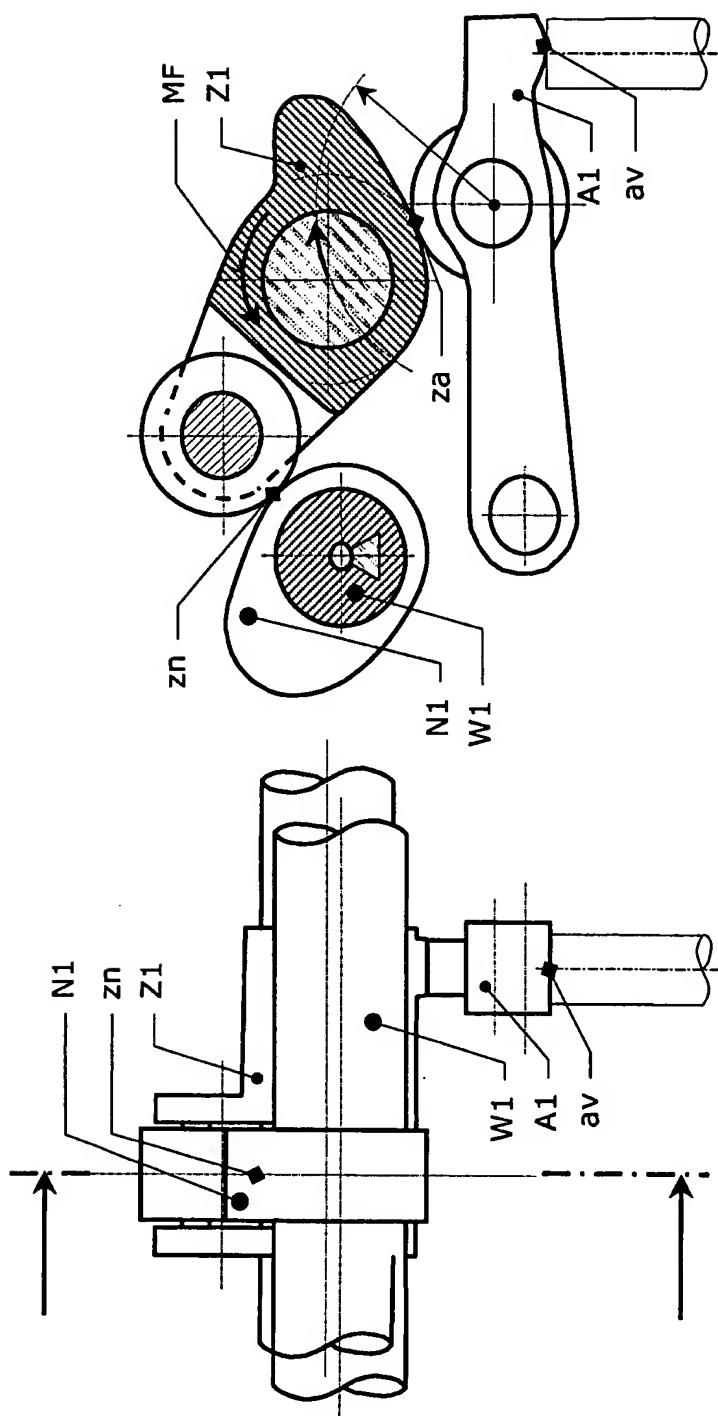


Abbildung 7

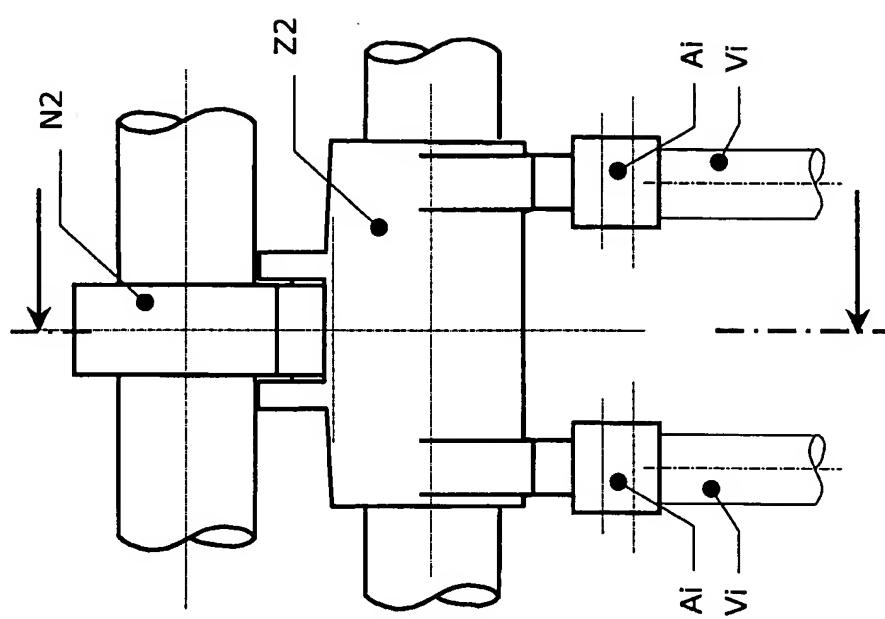
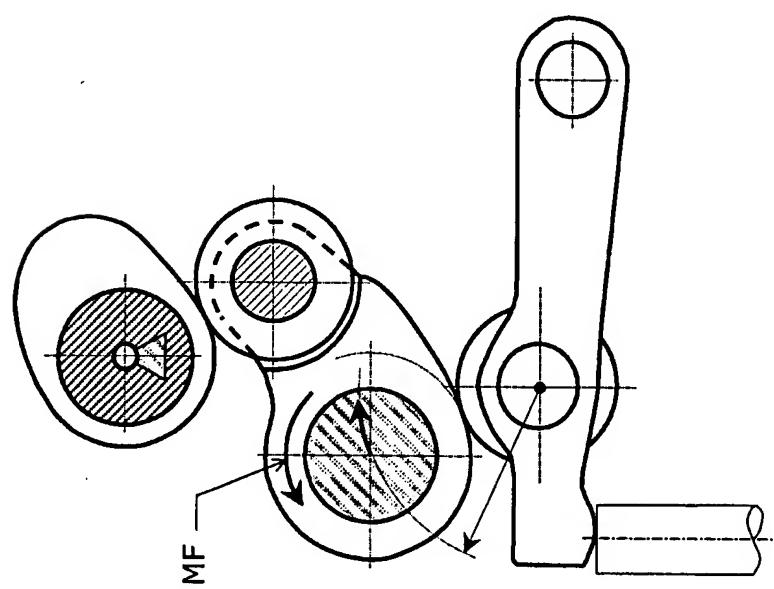


Abbildung 8



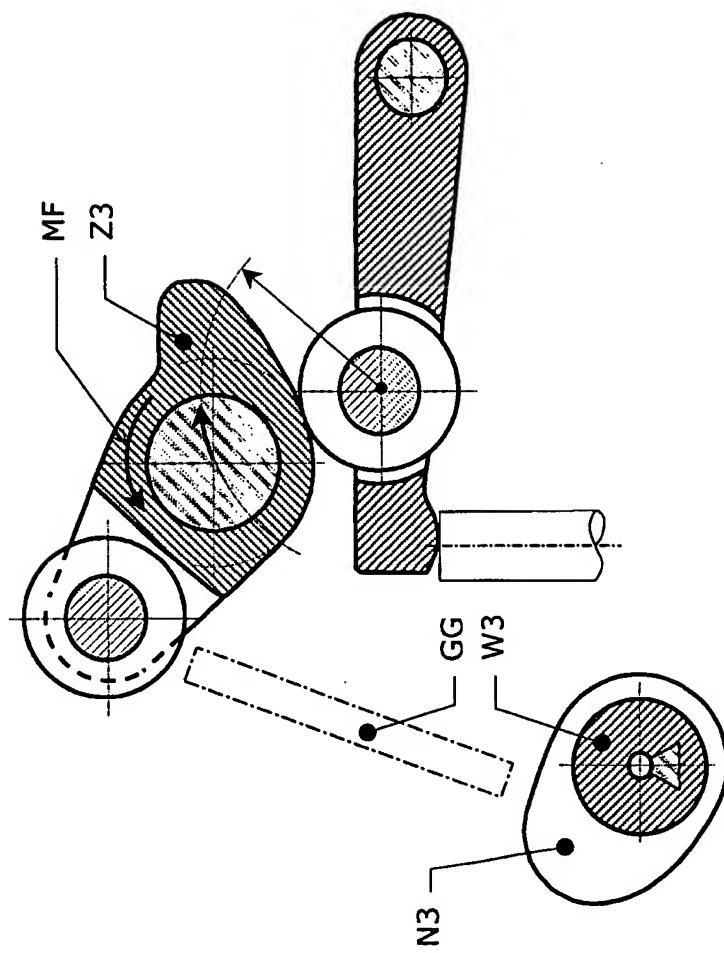


Abbildung 9